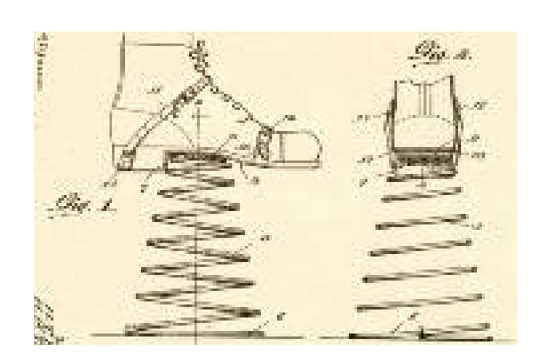
VOUS AVEZ DIT CIMENTS VERTS ?



ATTENTION
AUX FAUSSES INNOVATIONS !







Le terme de "ciments verts" est trompeur !

Il est employé dans la presse depuis plusieurs années. Il est également utilisé pour qualifier le laitier moulu de haut fourneau dans le cadre d'opérations de marketing ou de communication… Il entraine alors des confusions ayant de graves conséquences techniques.

Les "ciments verts" sont-ils du ciment ?

Non, il s'agit de laitier moulu de haut fourneau et non pas d'un ciment répondant à la norme NF EN 197-1.

Les "ciments verts" existent-t-ils ?

Il n'y a pas de "ciments verts" mais des ciments à bas taux de CO_2, répondant à des applications spécifiques. Ce sont les ciments multi-constituants (clinker + laitier/cendres volantes…). Fabriqués en cimenterie, ils permettent de réduire l'impact environnemental des bétons.
(cf. page 6 : "Quelle charge en CO_2 dans le cadre des analyses de cycle de vie ?")

Les ciments multi-constituants sont-ils nouveaux ?

Les fabricants de ciments proposent des ciments multi-constituants, dont ceux comprenant du laitier, depuis des décennies ! Ils représentent aujourd'hui 70% de la totalité des ciments vendus en France. (Source : SFIC)

Les ciments multi-constituants au laitier, quels avantages pour les bétons ?

Le laitier est un résidu de l'industrie sidérurgique dont la composition chimique est variable. Seul le procédé de fabrication en cimenterie, plutôt qu'un mélange en centrale à béton, permet d'optimiser son utilisation, ou celle d'autres constituants, pour assurer aux bétons régularité, qualité et performances, tout en préservant l'environnement.

40 ANS D'INNOVATIONS AU SERVICE DE L'ENVIRONNEMENT

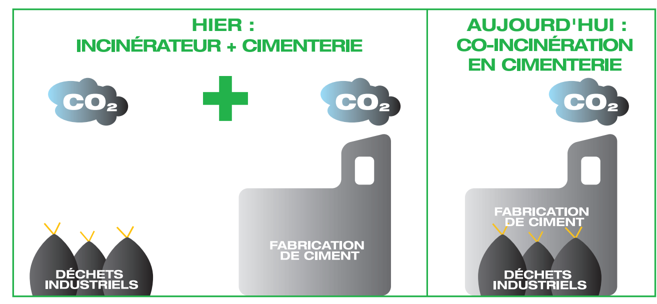
Objectif : réduire les émissions de CO_2

Depuis plus de 40 ans, les fabricants de ciments s'emploient à réduire leur impact environnemental et, en particulier, leurs émissions de CO_2. Pour cela, plusieurs actions sont menées :

• **l'amélioration de l'efficacité énergétique** des fours de cuisson et des process,



• **l'utilisation de combustibles alternatifs** (résidus industriels, biomasse…) en substitution partielle des combustibles fossiles utilisés pour alimenter les fours de cimenterie.



En 2008, les combustibles de substitution représentaient 26,9% du total de la consommation de l'industrie cimentière. (Source : ATILH)

• **la valorisation de certains sous-produits** d'autres industries comme constituants des ciments (laitier, cendres volantes…).

• **Ces 20 dernières années, les fabricants de ciments ont réduit le taux d'émissions de CO_2 par tonne de ciment de 18,5%.** (Source : ATILH)

• **732 kg = la quantité moyenne de CO_2 émise pour la fabrication d'une tonne de ciment de tous types en France.** (Base : étude ICV- Inventaire de Cycle de Vie - juillet 2009)

Les ciments multi-constituants, un progrès pour l'environnement !

Depuis des décennies, les fabricants de ciments proposent une large gamme de ciments multi-constituants (clinker + laitier/cendres volantes…). Fabriqués en cimenterie, ces produits permettent de réduire l'impact environnemental des bétons.

En 2008, les fabricants de ciments ont utilisé, en France, 4,4 millions de tonnes de constituants autres que du clinker (laitier, cendres volantes, calcaire) pour une production globale de ciments de 21,4 millions de tonnes. (Source : ATILH)



CIMENT ET LAITIER…
MODE D'EMPLOI

Le laitier, de quoi s'agit-il ?

Constitué de chaux, d'alumine et de silice, le laitier est un résidu récupéré en fusion au-dessus de la fonte lors de la fabrication de cette dernière dans les usines sidérurgiques à hauts-fourneaux.

Attention, le laitier n'est pas du ciment !

Le laitier moulu de haut fourneau pour utilisation dans le béton, mortier et coulis ne peut être qualifié de ciment, terme dont la définition est donnée par la norme NF EN 197-1. Le laitier n'est pas un liant hydraulique, à la différence du ciment qui est un produit fini de l'industrie cimentière exclusivement fabriqué pour la construction de logements et d'infrastructures, indispensables à l'homme. Il possède des propriétés hydrauliques latentes qui ne sont activées qu'en présence de clinker.

Le laitier de haut fourneau : déchet ou sous-produit ?

Une nouvelle Directive 2008/98/CE du Parlement Européen et du Conseil du 19 novembre 2008 est entrée en vigueur le 12 décembre 2008. Ce texte introduit respectivement : la définition d'un sous-produit (Article 5) et les critères permettant à un déchet de cesser de l'être (Article 6). Dans ce cadre, le laitier de haut fourneau devrait sans doute être rapidement reconnu comme un sous-produit à l'exemple de certains pays européens.

Quelle charge en CO_2 dans le cadre des analyses de cycle de vie ?

Ce nouveau classement aurait pour conséquence de transférer sur le laitier une part de la charge de CO_2 générée lors de la production de l'acier (dans une fourchette pouvant aller de 0 à 1,7 tonne, suivant la méthodologie employée). **Le laitier perdrait alors tout ou partie de son intérêt environnemental.**



Le laitier, constituant du ciment

Selon la norme NF EN 197-1, trois types de ciments comportent des pourcentages de laitiers assez importants. Il s'agit du ciment Portland au laitier CEM II/A-S ou B-S, du ciment de haut fourneau CEM III/A, B ou C ou du ciment composé CEM V/A ou B.

Type de ciment	Notation	% de clinker	% de laitier de haut fourneau	% de pouzzolanes naturelles ou naturelles calcinées ou cendres volantes siliceuses
Ciment Portland au laitier	CEM II/A-S CEM II/B-S	80-94 65-79	6-20 21-35	- -
Ciment de haut fourneau	CEM III/A CEM III/B CEM III/C	35-64 20-34 5-19	36-65 66-80 81-95	- - -
Ciment composé	CEM V/A CEM V/B	40-64 20-38	18-30 31-50	18-30 31-50

Le laitier, une addition sous conditions !

Selon la norme NF EN 206-1 (tableaux NA.F.1 et NA.F.2), l'utilisation du laitier en addition directe dans la fabrication du béton ne peut excéder 30% du liant total.
Si d'autres pays européens, avec la France, ont autorisé l'utilisation du laitier en addition directe dans la fabrication du béton, son emploi diffère, toutefois, d'un pays à l'autre, en fonction des aspects géologiques et climatiques, de la disponibilité des constituants et, surtout, des techniques de construction mises en œuvre (par exemple, le temps de décoffrage du béton).







LE LAITIER
EN AMONT OU EN AVAL ?

Une question de performances et d'environnement

Afin de pallier la variabilité des laitiers, le procédé de fabrication en cimenterie offre différents leviers :

- **l'ajustement de la finesse** (capacité à monter le Blaine clinker), qui ne peut pas être mis en œuvre lors des mélanges laitier/ciment réalisés en centrale à béton (BPE ou Préfabrication),

- **le suivi de l'historique des compositions et des performances mécaniques,** utilisé en cimenterie, pour adapter autant que nécessaire la constitution des ciments composés et assurer leurs performances.

Ces adaptations sont difficiles à réaliser en centrale à béton. Pour réaliser un béton de performance équivalente, le producteur de béton ne peut augmenter que le dosage en CEM I.



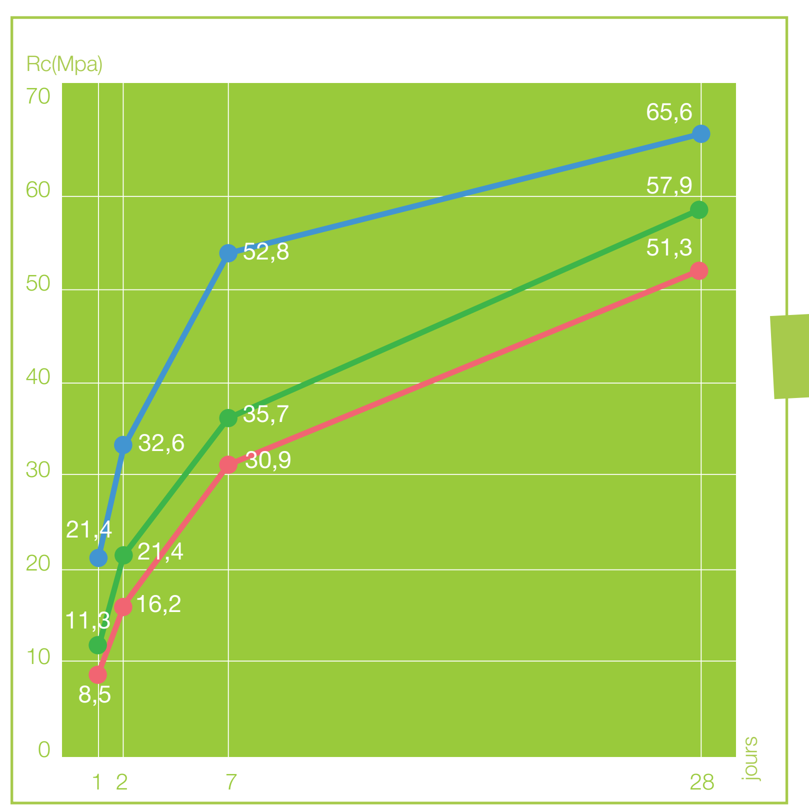
LAITIER DE HAUT FOURNEAU ET VARIABILITÉ

Le laitier est d'une grande variabilité. Sa composition et sa performance ne sont pas guidées par son utilisation dans le béton mais par la production de la fonte. Sa qualité est donc différente selon le site sidérurgique d'origine, les conditions de conservation, la teneur en eau, l'entretien des hauts fourneaux, le changement de combustible, l'origine du minerai de fer... Ainsi, la variabilité du laitier utilisé par les fabricants de ciments sur une période allant de 2005 à 2008 était deux à trois fois supérieure à celle du clinker. (Étude ATILH – 2009)

ATTENTION A LA **PERFORMANCE** DES BETONS !

La production des bétons à partir de ciments multi-constituants contenant du laitier et fabriqués en cimenterie est synonyme de régularité, de qualité et de performances supérieures à celles d'un mélange réalisé en centrale à béton (CEM I + laitier).

>> COMPARAISON ENTRE UNE FABRICATION AMONT ET UN MÉLANGE AVAL AVEC 40% DE LAITIER



Un mélange en cimenterie = +4,8 Mpa à 7 jours

- **Fabrication amont**

Finesse Blaine CEM III = 3 665 cm²/g
SSB CEM III 3 665 cm²/g

- **Mélange aval**

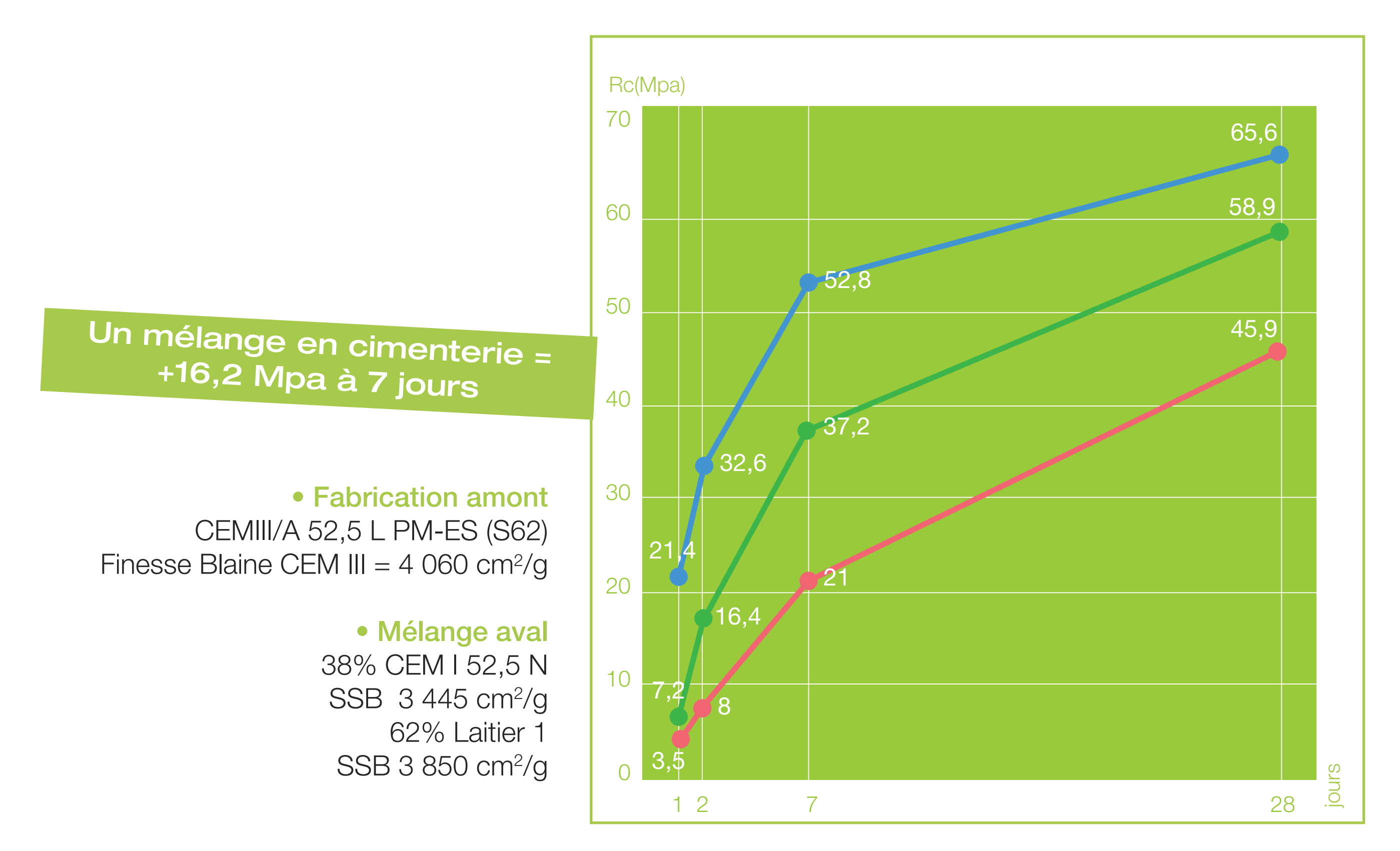
60% CEM I 52,5 N
SSB 3 445 cm²/g
40% Laitier 1
SSB 3 850 cm²/g

● CEM I fabriqué en cimenterie ● CEM III fabriqué en cimenterie et comprenant 40% de laitier ● Mélange réalisé en aval : CEM I + 40% de laitier

A composition égale, un mortier réalisé avec du CEM III possède une résistance nettement supérieure à celle d'un mortier à base de CEM I et de laitier moulu.
(Etude ATILH - Juin 2009)

>> COMPARAISON ENTRE UNE FABRICATION AMONT ET UN MÉLANGE AVAL AVEC 62% DE LAITIER

Un mélange en cimenterie = +16,2 Mpa à 7 jours



• Fabrication amont
CEMIII/A 52,5 L PM-ES (S62)
Finesse Blaine CEM III = 4 060 cm^2/g

• Mélange aval
38% CEM I 52,5 N
SSB 3 445 cm^2/g
62% Laitier 1
SSB 3 850 cm^2/g

● CEM I fabriqué en cimenterie ● CEM III fabriqué en cimenterie et comprenant 62% de laitier ● Mélange réalisé en aval : CEM I + 62% de laitier

LE BON CHOIX
POUR L'ENVIRONNEMENT !

Afin de réduire les émissions de gaz à effet de serre, l'adjonction de laitier dans le procédé de fabrication des ciments en cimenterie est plus efficace qu'un mélange réalisé en centrale à béton. Le procédé de fabrication en cimenterie réduit de manière significative la quantité de clinker utilisée. Il s'adapte également le mieux à la variabilité des sous-produits d'autres industries. Cela permet d'obtenir des ciments aux constituants optimisés afin de fabriquer des bétons à très faible impact environnemental.

>> COMPARAISON ENTRE UNE FABRICATION AMONT ET UN MÉLANGE AVAL



Un mélange en cimenterie = - 20% à - 60% d'émissions de CO_2

Pour obtenir un béton aux résistances équivalentes à 2 jours ou à 7 jours, il serait nécessaire, sur la base des résultats de l'étude de l'ATILH, d'utiliser 20% à 60% de clinker supplémentaires lorsque le mélange (CEM I + laitier) est réalisé en centrale à béton par rapport à une fabrication en amont en cimenterie (CEM III), soit 20% à 60% d'émissions de CO_2 supplémentaires.

(Etude ATILH - Juin 2009)

- CEM III fabriqué en cimenterie et comprenant 62% de laitier
- Mélange réalisé en aval : CEM I + 62% de laitier
- Mélange réalisé en aval : CEM I + 40% de laitier


CIMbéton
CENTRE D'INFORMATION SUR
LE CIMENT ET SES APPLICATIONS